

Zgłoszenie tematu badawczego realizowanego w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplina nauki fizyczne

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	dr hab. Ipsita Mandal Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii nauk ipsita.mandal@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Dr. Akashdeep Kamra IFIMAC, Universidad Autónoma de Madrid akashdeep.kamra@uam.es
3	Temat pracy badawczej + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p><u>SCHEME: Nadprzewodnictwo w układach hybrydowych magnetyków i metali</u></p> <p>W aktualnie prowadzonych badaniach, różnorodne materiały zostały zidentyfikowane, posiadające względnie wysokie T_c, gdzie spinowe wzbudzenia (kwanty znane jako magnony) uznawane są za łącznik powodujący przyciąganie między elektronami. Pomimo dużego postępu, brakuje szczegółowego zrozumienia tych materiałów ze względu na złożoną strukturę krystaliczną, efekty silnych korelacji oraz występowanie innych rodzajów porządku rywalizujących z nadprzewodnictwem.</p> <p>Dlatego potrzebne są nowe materiały, prostsze do modelowania i łatwe do wytworzenia, które mogą wykazywać nadprzewodnictwo. W projekcie zaproponowane zostaną układy hybrydowe złożone z magnetyku i cienkiej warstwy metalicznej, jako nowa platforma do realizacji nadprzewodnictwa z parowaniem magnetycznym i z możliwością uzyskania wysokiej wartości T_c. Takie układy hybrydowe stwarzają możliwość korzystnego odseparowania wzbudzeń spinowych i par elektronów w osobnych warstwach, umożliwiając projektowanie i optymalizację tych systemów niezależnie. Pozwoli to</p>

		kontrolować przyciąganie między elektronami i sam stan nadprzewodzący. Aby zbadać pełne możliwości takich układów, rozwinięty zostanie opis teoretyczny (i) wzbudzeń spinowych i ich propagacji dla różnych stanów magnetycznych oraz (ii) sprzężenia elektron-magnon dla różnych interfejsów. Zostanie pokazany sposób kontrolowania przyciągania elektronów i tworzenia się par Coopera w warstwie metalicznej. Oprócz tego, przeprowadzone badania dostarczą istotnego zrozumienia transportu wzbudzeń spinowych w różnych stanach magnetycznych, co może doprowadzić do nowej, opartej na spinie, koncepcji przetwarzania informacji.
4	Wymagania w stosunku do kandydata	<ul style="list-style-type: none"> → <i>Ukończenie studiów magisterskich z fizyki lub matematyki;</i> → <i>Podstawowa wiedza z mechaniki kwantowej i fizyki materii skondensowanej/fizyki ciała stałego;</i> → <i>Angielski na poziomie ogólnej komunikacji i takim, który umożliwia czytanie artykułów;</i> → <i>Podstawowa wiedza dowolnego języka programowania, takiego jak Python, C++, etc</i>
5	Wskazanie źródeł finansowania	Preludium Bis 3

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	dr hab. Ipsita Mandal Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii nauk ipsita.mandal@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	Dr. Akashdeep Kamra IFIMAC, Universidad Autónoma de Madrid akashdeep.kamra@uam.es
3	Research subject Title Short description, up to 250 words	<u>SCHEME: Superconductivity in Hybrids of Magnets and Metals</u> In contemporary experiments, various materials have been identified with relatively high T_c , where spin-excitations (whose quanta are known as magnons) are believed to mediate the electron-electron attraction. Despite some major progress, a

		<p>detailed understanding of these materials has been elusive due to the complicated lattice structure, strong correlation effects, and other ordering phenomena competing with superconductivity. Thus, we need novel, simpler-to-model, and easy- to-fabricate systems that can host superconductivity. Here, I propose magnet-(thin)metal heterostructures as a promising platform for realizing tunable, magnon-mediated superconductivity, with the potential of achieving high values of T_c. Such hybrids offer crucial advantages by separating the spin-excitations and the electrons into separate layers, allowing for engineering and optimizing the two systems independently. This offers an unprecedented control over the electron-electron attraction and the resulting superconductivity. To unveil the full potential of these hybrids, we will develop the hitherto-missing theoretical understanding of (i) spin-excitations and their propagation for various magnetic states, and (ii) electron-magnon coupling for different interfaces. We will thus show how to control the electron-electron attraction and the resulting Cooper pairing in the metal layer. Besides superconductivity, our investigations will provide crucial insights into spin-excitation transport in various magnetic states, resulting in novel spin-based information processing concepts.</p>
4	Additional requirements to the candidate	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Graduation studies in physics or mathematics;</i> – <i>Basic knowledge of quantum mechanics and condensed matter physics / solid state physics;</i> – <i>English on the level of general communication and that enables reading of articles;</i> – <i>Basic knowledge of any programming language like python, C++, etc.</i>
5	Sources of financing	Preludium Bis 3